

PERBAIKAN PERILAKU KUAT TEKAN BETON AIR RAWA DENGAN METODE PENYARINGAN AIR

Elhusna ¹⁾, Agustin Gunawan ²⁾

^{1),2)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Jl. W.R. Supratman,
Kandang Limun, Bengkulu 38371, e-mail : elhusna@yahoo.co.id;
goenawan782004@yahoo.com

Abstrak

Pembangunan gedung yang menggunakan material beton di satu daerah akan lebih mudah dan hemat ketika menggunakan air setempat. Artikel ini merupakan hasil penelitian penggunaan air rawa yang disaring dan tidak disaring untuk campuran beton. Beton yang digunakan sebagai pembanding adalah beton yang menggunakan air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Bengkulu. Benda uji kubus berukuran 15 cm diuji tekan pada usia 7, 14, 21, dan 28 hari untuk mengetahui perilaku kuat tekan pada umur yang berbeda. Proporsi beton yang digunakan pada penelitian ini dibuat dengan faktor air semen (fas) 0.5 dan nilai *slump* 6-10 cm serta ukuran agregat maksimum 20 mm. Pembuatan dan perawatan kubus beton dilaksanakan menurut SNI 03-2493-2002. Hasil pengujian kuat tekan beton memperlihatkan bahwa kuat tekan beton air rawa yang disaring dan tidak disaring pada usia 28 hari adalah 98,2 % dan 90,1 % dari kuat tekan beton yang menggunakan air PDAM. Kuat tekan beton dengan air rawa yang tidak disaring cenderung terus menurun ketika umurnya bertambah. Kuat tekan beton dengan air rawa pada usia 28 hari adalah 89,1 % kekuatannya pada usia 7 hari. Penyaringan air dapat menjadikan kuat tekan beton lebih baik.

Kata kunci: beton air rawa, kuat tekan dan umur beton, penyaringan air.

Abstract

Concrete building construction is easier and more economical when using local material including the water. This article is about improving swamp water by filtering it to use in concrete production. As the comparator is concrete with drinking water from The local water supply utility (PDAM) of Bengkulu. The 15 cm cubes specimens were tested at the age of 7, 14, 21, and 28 days to find out the compressive strength at different ages. The concrete was designed with water cement ratio 0.5, slump value 6-10 cm and maximum aggregate 20 mm. The casting and curing specimens were done according to SNI 03-2493-2002. The compressive strength results showed that the filtered swamp water concrete and the unfiltered one at 28th day were 98,2% dan 90,1% to the PDAM one. The trend of the compressive strength of swamp water concrete tend to decline with the increasing age. The compressive strength of swamp water concrete at age of 28th day was 89,1% lower than the strength at the age of 7th day. The filtered swamp water made the concrete compressive strength better.

Keywords: swamp water concrete, compressive strength and age of concrete, water screening

PENDAHULUAN

Beton adalah campuran semen, air, dan agregat yang mengeras setelah waktu tertentu. Beton segar mengeras akibat adanya proses hidrasi. Proses hidrasi adalah reaksi kimia dari semen dan air yang menghasilkan panas. Air yang digunakan sebagai bahan campuran beton segar adalah air yang bening, tawar, dan tidak berbau.

Air tawar (*fresh water*) hanya tersedia sebesar 2,5 % dari seluruh volume air di bumi. Umumnya air tawar berbentuk es dan salju yang berada di Antartika dan Greenland atau air bawah tanah yang berada dalam sejumlah *aquifer* yang berada jauh di bawah permukaan bumi. Sumber utama air yang dapat digunakan manusia kurang dari satu persen dari total air tawar atau 0.01 persen dari seluruh jumlah air yang ada di bumi. Sumber air tersebut berasal dari sungai, danau, dan cekungan lainnya pada permukaan bumi (UNEP, 2002).

Kota Bengkulu dengan sebagian besar wilayahnya berada di daerah pesisir tidak bisa menghindari kenyataan luasnya wilayah yang memiliki karakteristik sebagai daerah rawa. Pemaparan tentang peta dan atlas distribusi lahan gambut (<http://indonesia.wetlands.org>, 2012) melaporkan bahwa Indonesia memiliki lahan gambut sekitar 20,6 juta hektar atau sekitar 10,8 % dari luas daratan Indonesia. Dari luasan tersebut sekitar 7,2 juta hektar atau 35 %-nya terdapat di Pulau Sumatera.

Secara umum pembangunan gedung struktural semisal gedung pertokoan (ruko) pastilah menggunakan air setempat. Pembangunan di daerah rawa umumnya menggunakan air rawa sehingga harus menggunakan semen lebih banyak sebagaimana yang disyaratkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Nilai yang akan dihemat untuk pembangunan seluruh blok ruko di sepanjang jalan tentulah besar jika air rawa dapat diperbaiki kualitasnya

sehingga dapat digunakan sebagai bahan pencampur beton.

Standar Nasional Indonesia mensyaratkan penggunaan semen lebih banyak untuk beton yang berhubungan dengan air payau dari pada air tawar (SNI 03-2834-1993). Penambahan semen ini dimaksudkan untuk mempertinggi kekedapan beton sehingga dapat melindungi besi tulangan yang digunakan. Kandungan semen tersebut lebih besar ketika ukuran maksimum agregat lebih kecil. Penambahan minimal semen tersebut untuk setiap satu meter kubik beton adalah 60 kg dan 80 kg ketika diameter maksimum agregat 40 mm dan 20 mm (Tabel 1).

Tabel 1. Ketentuan Jumlah Semen minimal untuk pekerjaan beton bertulang (kg/m^3)

No	Kondisi lingkungan	Faktor air semen minimal	Kandungan semen minimal	
			diameter agregat maksimum (mm)	
			40	20
1	air tawar	0,50	280	300
2	air payau	0,45	340	380
3	Penambahan semen untuk beton air payau		60	80

Sumber: SNI 03-2834-1993

Persyaratan tersebut mengharuskan kita mendapatkan solusi bagi penggunaan air rawa sebagai bahan pencampur beton. Bila air rawa dapat digunakan maka akan dapat menghemat penggunaan semen pada proses pembangunan dengan material beton di daerah rawa. Artikel ini melaporkan usaha peningkatan kuat tekan beton dengan metode penyaringan air rawa. Kualitas air rawa saring menjadi lebih baik sehingga dapat digunakan untuk bahan campuran beton.

Beton dan Karakteristiknya

Beton normal adalah beton dengan berat satuan sebesar 2200 - 2500 kg/m³. Beton normal dibuat dari agregat alam, baik dipecah maupun tidak dipecah (SNI-03-2834-1993). Pembuatan dan pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan sejumlah syarat dan standar tertentu.

Beton memiliki sejumlah karakteristik. Karakteristik beton yang utama adalah berat, kekuatan, dan durabilitas. Kekuatan yang paling berpengaruh pada beton adalah kuat tekannya. Kuat tekan merupakan fungsi utama beton yang digunakan pada proses desainnya sebagai material konstruksi.

Kuat tekan beton terus meningkat seiring bertambah umurnya. Kuat tekan beton bertambah secara cepat hingga usia 28 hari dan meningkat secara perlahan setelah usia tersebut. Kuat tekan beton yang digunakan dalam perencanaan adalah kuat tekan beton pada umur 28 hari.

Air Sebagai Bahan Pencampur Beton

Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 menyatakan bahwa air yang digunakan

untuk pembuatan dan perawatan beton adalah air bersih yang dapat diminum. KepMenkes Republik Indonesia No 907 tahun 2002 mendefinisikan air minum sebagai air yang dengan atau tanpa proses pengolahan memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air sehat memiliki parameter fisik dan kimia yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan. Parameter fisik tersebut diantaranya adalah bau, warna, jumlah zat padat terlarut (hasil uji TDS), rasa, dan kekeruhan. Sedangkan parameter kimia diantaranya adalah kandungan unsur kimia dan pH air (Tabel 2).

Air sumur daerah Kelurahan Rawa Makmur Kota Bengkulu dilaporkan Saputra (2013) mengandung kadar lumpur dan zat organik sehingga tidak layak diminum dan dengan demikian juga tidak layak digunakan untuk campuran beton (Tabel 3). Pengujian air rawa tersebut dilakukan oleh Laboratorium Kesehatan Daerah Bengkulu. Hasil Pengujian menyatakan bahwa kadar lumpur dan zat organik bervariasi pada sumur yang berbeda.

Tabel 2. Standar Parameter Air Sehat

Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
pH	-	6.5-8.5	Parameter kimia
Kesadahan	Mg/l	500	Parameter kimia
Padatan terlarut	Mg/l	1000	
Warna	TCU	15	Parameter fisik
Rasa	-	Tidak berasa	Parameter fisik
Bau	-	Tidak berbau	Parameter fisik
Kekeruhan	NTU	5	Parameter fisik
Temperatur	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	Parameter fisik

.. Sumber: KepMenkes Republik Indonesia No 907, 2002

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Air Sumur Daerah Rawa Makmur Kota Bengkulu

Parameter fisik	Satuan	Alamat sumber air			Metode uji
		RT 05	RT 09	RT 12	
Kadar Lumpur (TSD)	Mg/l	230	97.1	152	<i>Conductivity</i>
Zat Organik (TSS)	Mg/l	59	11	6	<i>Gravimetri</i>

Sumber: Saputra, 2013

Saringan Air

Saringan air telah umum digunakan oleh masyarakat di daerah rawa di Indonesia termasuk Bengkulu. Penyaringan air dilakukan untuk memperbaiki kualitas air yang buruk sehingga layak untuk digunakan. Berbagai tipe saringan dibuat oleh masyarakat untuk memperbaiki air. Saringan dibuat dengan hanya menggunakan satu jenis bahan seperti kain katun atau spon hingga menggunakan sejumlah material yang disusun.

Masyarakat umumnya menggunakan jenis saringan yang disusun oleh sejumlah material untuk menyaring air yang keruh dan berbau seperti air payau atau rawa. Kombinasi dari pasir, kerikil, dan arang atau pecahan bata merah dengan spon atau ijuk merupakan yang paling sering digunakan di Sumatera.

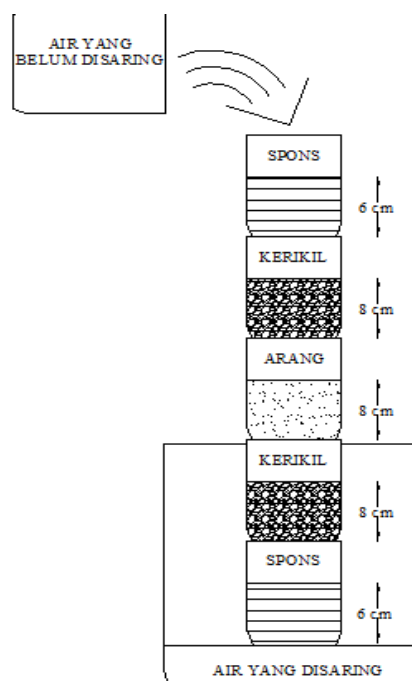
Saringan air umumnya dibedakan kepada saringan pasir cepat dan pasir lambat. Bahan saringan yang umum digunakan secara berturutan dari bagian dasar saringan untuk saringan lambat adalah; sejumlah lapisan kerikil dan pasir halus (paling atas). Saringan cepat disusun oleh pasir halus di lapisan paling bawah dan lapisan kerikil di bagian paling atas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan 3 jenis air yaitu air minum, air rawa, dan air rawa yang telah disaring. Air minum yang digunakan adalah air dari Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM) Kota Bengkulu. Air rawa yang digunakan adalah air sumur permukaan

kelurahan Sawah Lebar. Air rawa diambil dari sumur yang tertutup atap sehingga tidak dipengaruhi oleh air hujan secara langsung. Kondisi pengambilan air adalah pada musim kemarau.

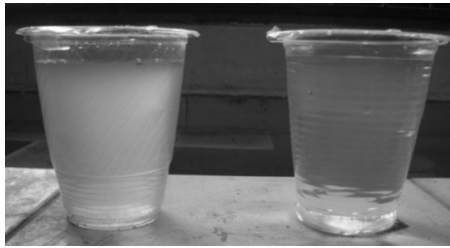
Penyaringan air rawa dilakukan menggunakan sejumlah lapisan material (Gambar 1). Ketiga jenis air diuji pH, kadar organik (uji TDS), dan zat padat tersuspensi (Uji TDS) di laboratorium.



Gambar 1. Susunan Penyaringan

Air rawa yang digunakan pada penelitian ini agak keruh (Gambar 2) dan berbau sebagaimana layaknya air payau. Kekeruhan pada air menandakan adanya butiran tanah dan kotoran yang terkandung di dalamnya. Jika diamati dengan cermat terlihat butiran

tanah dan kotoran halus lainnya dalam air tersebut.



Gambar 2. Air Rawa Sebelum dan Sesudah Disaring

Material Pembentuk Beton

Material penyusun beton yang digunakan adalah batu pecah berukuran maksimum 20 mm, pasir halus, dan semen portland komposit. Karakteristik agregat tersebut (Tabel 4) memenuhi persyaratan sebagai bahan penyusun beton kecuali kadar lumpur agregat kasar (lebih dari 1%). Karena agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini telah dicuci terlebih dahulu untuk memenuhi syarat lebih kecil atau sama dengan 1%.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Agregat

Sifat fisis	Jenis agregat	
	Kasar	Halus
MHB	6,63	1,92
Berat SSD	2,63	2,48
Penyerapan (%)	2,94	6,71
Berat Isi (kg/m^3)	1391,67	1427,01
Kadar Lumpur (%)	2,1	1,65
Kadar Air (%)	5,41	0,93

Pembuatan dan Pengujian Specimen

Benda uji kubus berdimensi 15 cm untuk ketiga jenis air tersebut adalah beton dengan faktor air semen 0.5 dan nilai slump 6-10 cm yang dibuat sesuai dengan SNI 03-2493-2002. Semua benda uji mendapatkan perawatan direndam air yang sama (Gambar 3). Benda uji dikeluarkan dari bak perendaman 24 jam sebelum pengujian.

Uji tekan kubus beton dilakukan pada usia 7, 14, 21, dan 28 hari. Spesimen ditimbang dan diukur untuk mendapatkan berat dan dimensinya. Selanjutnya spesimen diuji tekan dengan mesin uji tekan (Gambar 4). Beban hancur beton dicatat dan selanjutnya dihitung nilai kuat tekannya.



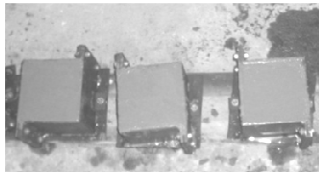
Pengadukan beton segar



Uji slump



Pencetakan beton



Kubus beton yang telah dicetak



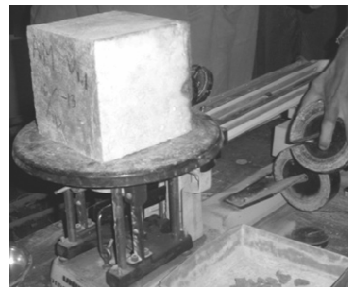
Kubus beton yang telah dilepas dari cetakan



Perawatan spesimen dengan perendaman

Gambar 3. Proses Pembuatan dan Perawatan Kubus Beton

Pengukuran dimensi



Penimbangan spesimen



Pengujian tekan

Gambar 4. Proses Uji Tekan Kubus Beton

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyaringan air rawa memperbaiki kualitasnya. Kadar lumpur air rawa yang disaring menjadi lebih rendah dan pH memenuhi syarat air bersih (Tabel 5). Mineral air rawa meningkat dengan proses penyaringan ini. Hal ini mungkin terjadi dari sumbangan arang aktif dan kerikil yang digunakan pada susunan saringan. Penyaringan air rawa juga menghilangkan bau air dan memperbaiki kejernihan air (Gambar 2).

Air rawa yang telah disaring telah mendekati persyaratan air sehat yaitu air yang jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau. Kekeruhan pada air menandakan adanya butiran tanah dan kotoran yang terkandung di dalamnya.

Tabel 5. Parameter Air yang Digunakan

Parameter air	Jenis air		
	PDAM	Rawa	Rawa saring
pH	6	5	6
Kadar lumpur	19	133	43
Kadar mineral	3	2	4

Kuat tekan beton diperoleh dengan membagi beban hancur beton dengan luas penampangnya. Selanjutnya nilai kuat tekan tersebut diberikan dalam bentuk reratanya (Tabel 6). Standar deviasi dan koefisien varian data tersebut menunjukkan data terdistribusi secara baik dengan nilai koefisien varian maksimum 6,42 % lebih

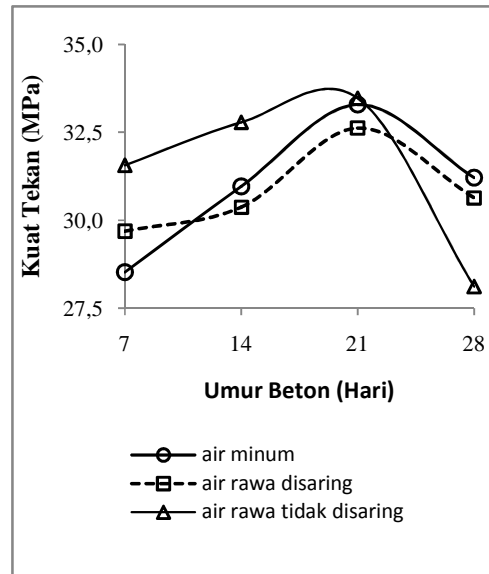
kecil dari 10 %. Tabel 6 memperlihatkan kuat tekan rerata setiap umur beton

Tabel 6. Kuat Tekan Kubus Beton (MPa)

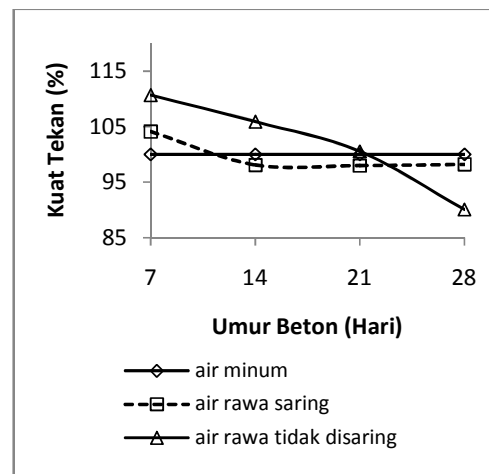
No	Umur Beton (hari)	Jenis Air		
		PDAM	Air rawa	Air rawa disaring
1	7	28.528	31.564	29.694
2	14	30.965	32.785	30.379
3	21	33.289	33.472	32.623
4	28	31.212	28.120	30.644

Catatan: Kuat tekan merupakan nilai rerata

Ketika data setiap jenis air pada Tabel 6 tersebut ditampilkan dalam bentuk hubungan kuat tekan dan umurnya (Gambar 6) maka terlihat bahwa kuat tekan meningkat seiring bertambahnya usia hanya berlaku hingga umur 21 hari. Berikutnya kuat tekan mulai menurun. Penurunan terbesar terjadi pada beton yang menggunakan air rawa tidak disaring. Kondisi ini tidak sesuai dengan pemahaman umum bahwa kuat tekan beton terus meningkat. Dari gambar tersebut juga terlihat bahwa penurunan kuat tekan beton air rawa pada usia 28 hari menjadikan kuat tekannya lebih rendah dari pada ketika usianya 7 hari.



Gambar 6. Hubungan Kuat Tekan dan Umur Beton



Gambar 7. Hubungan Perbandingan Kuat Tekan Beton terhadap Air Minum

Gambar 7 memperlihatkan bahwa beton dengan air rawa yang disaring memiliki kuat tekan yang lebih stabil dengan penurunan yang kecil. Kuat tekan beton dengan air rawa yang telah disaring juga menunjukkan perilaku yang mirip dengan beton yang menggunakan air minum, ketika usianya bertambah. Sedangkan beton air rawa memperlihatkan kecenderungan penurunan kuat tekan yang lebih besar. Kenyataan ini penting mengingat bahwa bahwa air yang

diakui baik untuk beton adalah air yang dapat diminum.

Grafik pada Gambar 6 juga menunjukkan bahwa air rawa memberikan ikatan awal yang baik pada beton muda (usia 7 hari). Namun berikutnya perilaku kuat tekan betonnya semakin memburuk.

KESIMPULAN

Beton yang menggunakan air rawa memiliki kekuatan yang baik pada usia muda (7 hari) dan menurun tajam seiring dengan penambahan usianya hingga pada usia 28 hari. Beton yang menggunakan air rawa yang disaring memiliki trend kuat tekan yang mirip dengan beton yang menggunakan air minum namun masih tetap lebih rendah dari kuat tekan beton yang menggunakan air minum. Beton yang menggunakan air rawa sawah lebar yang disaring dapat digunakan karena kekuatannya masih sebesar 98,2% dari kuat tekan beton yang menggunakan air minum.

Penyaringan air rawa adalah metode sederhana untuk menghasilkan mutu beton yang baik dengan mempertahankan jumlah semen ketika air yang digunakan adalah air rawa.

Penelitian ini masih perlu dilanjutkan untuk mengetahui hubungan umur yang lebih panjang dan kuat tekan beton dengan air rawa yang disaring. Juga perlu diketahui berbagai macam bahan yang dapat menghasilkan kualitas air yang lebih baik, khususnya untuk penggunaan bahan setempat.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Fakultas Teknik atas pembiayaan penelitian ini dari dana BOPTN tahun 2013. Terimakasih secara khusus juga disampaikan pada Putri Gustianti, mahasiswa yang menjadi tim penelitian sekaligus menjadikan bagian dari penelitian

ini sebagai skripsinya. Semoga semua usaha ini dapat menjadi kebaikan bagi masyarakat, khususnya mereka yang tinggal di daerah rawa.

DAFTAR PUSTAKA

<http://indonesia.wetlands.org>, 2012, **Peta dan Atlas Distribusi Lahan Gambut**, Tanggal 27 Maret 2014, 17.08 wib.

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/Menkes/Sk/Vii/2002, **Syarat-Syarat Dan Pengawasan Kualitas Air Minum**, Jakarta, Indonesia

Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik 1979, **Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971**, Cetakan ke 7, Bandung, Indonesia

Saputra, D, 2013, Skripsi, **Pengaruh Air Rawa (Daerah rawa Makmur) Terhadap Kuat Tekan Beton**, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu

SNI 03-2493-2002 Metode **Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium**, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPBM, Bandung

SNI 03-2834-1993, **Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal**, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPBM, Bandung

United Nation Environment Programme (UNEP), 2002, Chapter 2: **State Of The Environment And Policy Retrospective: 1972–2002**, Fresh Water, Unep.org, 03042014; 09.00